

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

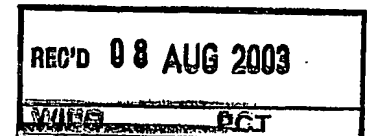
19.06.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 6月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-186285
[ST. 10/C]: [JP2002-186285]



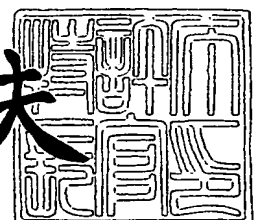
出 願 人
Applicant(s): J F E スチール株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3059118

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J00493

【提出日】 平成14年 6月26日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H02J 3/00

【発明の名称】 副生ガスを用いた発電方法および発電設備

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 中川 二彦

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 副生ガスを用いた発電方法および発電設備

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する副生ガスを、燃料の発熱量や組成および、運転負荷の制約が大きい発電設備の主燃料として用いて発電し、発電設備の主燃料に用いる副生ガスよりも高い発熱量を有するガス燃料を用いて、発電用燃料の総熱量と発熱量を目標値として、増熱するとともに、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量を有する希釈ガスを用いて、発電用燃料の発熱量や組成を希釈して目標範囲内に調整して発電量を制御することを特徴とする副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 2】 ガスタービン・蒸気複合発電機及び／又は燃料電池・蒸気複合発電機を用いて、発電を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 3】 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する、副生ガスを用いて発電を行い、得られた電力の余剰分を該工場の外部へ供給するに当たり、少なくとも 2 基の 2 次電池を充電および放電に切り換えて交互使用することによって、副生ガス発生量および工場内需要電力量の変化に起因した、外部への供給電力の短期変動を吸収すると共に、外部の電力需要パターンに対して、外部への供給電力量が不足する場合は燃料ガスを添加して発電量を増加することを特徴とする副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 4】 外部の電力需要パターンに対して外部への供給電力量が過剰の場合は、その過剰電力を貯蔵可能エネルギーに変換することを特徴とする請求項 3 に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 5】 過剰電力にて水の電気分解を行って、過剰電力を水素および酸素として貯蔵することを特徴とする請求項 4 に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 6】 水素ガスをメタノールまたはジメチルエーテルに転換して貯蔵することを特徴とする請求項 5 に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項 7】 増熱用燃料として、天然ガス、コークス炉ガスまたは石油精製時のオフガスを使用し、希釈用ガスとして、発電機の主燃料に用いる副生ガスより

も低い発熱量の副生ガス燃料、主燃料ガスと混合希釈後の燃料ガスが可燃限界よりも低濃度の酸素を含むガス燃料、燃焼排ガスおよび工場での余剰 N_2 ガスのいずれか1種または2種以上を用いることを特徴とする請求項1に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項8】 増熱用燃料として、請求項6に記載のエネルギーをリサイクル燃料として用いることを特徴とする請求項7に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項9】 運転中の発電機が停止した場合に予備発電機の代替運転を行うに際し、該予備発電機が立ち上がるまでの間の供給電力の不足分を2次電池にてバックアップすることを特徴とする請求項3ないし8のいずれか1項に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項10】 副生ガスとして、高炉ガス、転炉ガスまたはコークス炉ガスを用いることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【請求項11】 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する副生ガスを、ガスタービン・蒸気複合発電機及び／又は燃料電池・蒸気複合発電機の主燃料として用いる発電設備と、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも高い発熱量を有するガス燃料を用いて、発電用燃料の総熱量又は発熱量を目標値に増熱するとともに、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量を有する希釈ガスを用いて発電用燃料の発熱量や組成を希釈して目標範囲内の総熱量又は発熱量に調整して、前記発電設備に発電用燃料を供給する総熱量又は発熱量調整装置とから成ることを特徴とする副生ガスを用いた発電設備。

【請求項12】 発電された電力の供給系統において、少なくとも2基の2次電池を充電及び放電の交互切り換え可能に接続して成ることを特徴とする請求項11に記載の発電設備。

【請求項13】 発電された電力の供給系統において、水を電気分解する設備を接続して成ることを特徴とする請求項12に記載の副生ガスを用いた発電設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の目的】

この発明は、製鉄所や石油プラントなどの各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生した副生ガスを用いて発電し、他の産業用や民生用の電力として工場の外部に供給する、副生ガスを用いた発電方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】

従来、例えば製鉄所などの工場内で発生した副生ガスを燃料として発電を行うには、図1に示すように、高炉ガス（Bガス）やコークス炉ガス（Cガス）などの副生ガスをボイラー1に導いて、ここでガスを燃焼させて高圧蒸気を発生させ、次いで得られた蒸気を用いて発電機2のタービンを駆動し、その駆動力を用いて発電するのが、一般的であった。なお、得られた電力は、電力会社からの購入分と併せて製鉄所内で使用される。

【0003】

このボイラー発電方式では、燃料種に応じたバーナをボイラーに設置することにより多様な燃料が使用できるため、蒸気発生に必要な燃料の総熱量が低下した際には、総熱量の不足分を重油などの補助燃料で簡単に補え、副生ガスによる燃料の変動に対応した運転が容易であった。

【0004】

しかし、その反面、ボイラー発電方式は、燃焼から蒸気発生過程でのエネルギー損失が大きく、発電効率（発電で得た電力エネルギー／供給した燃料の燃焼エネルギー）は、40%程度が限界であった。

【0005】

そこで、近年では、発電効率を向上する方法として、燃焼のエネルギーをガスタービン発電で回収するとともに、その燃焼排ガス顕熱で蒸気を発生させて、蒸気タービンで発電する、ガスタービン・蒸気複合発電や、燃料電池と組み合わせた燃料電池・蒸気複合発電など、発電効率が50%以上の高効率発電方式が実用化されている（特開平9-209711号および特開2001-292531号各公報参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、製鉄所などでは、従来のボイラー発電方式による発電量と所内での電

力消費量がほぼバランスしているのが現状であり、工場から発生する副生ガスを
用いた発電システムとして、高効率のガスタービン・蒸気複合発電機及び／又は
燃料電池・蒸気複合発電機を適用できれば、現在ボイラー発電に使われている燃
料（副生ガス）の消費量を増加することなく、発電量のみを20%程度は増加でき
るため、この増加分を他の産業や民生用向けに活用できれば、社会的に大きな省
エネルギー効果が得られる。例えば、粗鋼生産800万t／年規模の高炉一貫製鉄所
にガスタービン・蒸気複合発電を適用した場合は、1000GWh／年ほどの省エネ
ルギー効果が得られることになる。さらには、これを国内の高炉一貫製鉄所の全て
に適用した場合の効果は、7000GWh／年の省エネルギーに相当し、2010年度にお
いて予想されている国内総発電量の0.7%に相当する非常に大きなものである。
また、製鉄所において発生する副生ガスは、CO、CH_x、H₂の含有ガスであり、燃
料電池・蒸気複合発電機も利用可能である。この技術も発電効率は65%程度と高
く、適用した場合の効果は非常に大きなものとなる。

【0007】

しかしながら、高効率発電方式の適用を製鉄所などに拡大するには、以下の①
および②に示す問題があった。

①発電に用いる製鉄所などからの副生ガスは、その工場内の燃料として使われ
た残りの副生ガスであり、発生工場の負荷変動の影響を受けるとともに、それを
使用する工場での負荷変動の影響も受けるため、その発熱量および総熱量ともに
大きく変動することは否めない。例えば、製鉄所における副生ガスをを用いたボイ
ラー発電量の推移を図2に示すように、発電量の変動は不可避である。従って、
発電に供する燃料の発熱量と総熱量を、所定範囲内に抑えることが必要になる。

【0008】

特に、ガスタービン・蒸気複合発電機による高効率発電方式では、図3に、ガ
スタービン・蒸気複合発電機における運転負荷と発電効率との関係を示すように
、運転負荷が低下すると発電効率が大きく低下するため、高い発電効率を維持す
るためには高負荷運転を維持することが不可欠になる。

さらに、ガスタービン・蒸気複合発電機は、装置構成上、気体燃料を液体燃料
に変更するなど、多様な燃料を使用することが困難であり、燃料ガス発熱量に許

容される変動範囲が設計値の±10%以内と狭い。

【0009】

かように、燃料の発熱量や総熱量が安定して供給される場合に限って、前述した高効率の発電を維持できるため、この高効率発電に供する燃料は発熱量および総熱量の変動が抑制されていることが極めて重要である。

【0010】

②副生ガスを用いて発電された電力は、上記の理由から元々の変動が大きいことに加えて、基本的には工場で使用した残りの電力を工場の外部に供給することになり、かくして得られる余剰電力は更に変動の大きなものになり、そのままでは小売や卸売用の電力としては適さない。従って、この余剰電力を有効に利用するためには、電力の負荷変動を吸収する必要がある。とりわけ、この余剰電力を外部へ供給する場合には、電力の有効利用の観点から、供給先の電力需要も考慮すると、昼夜間の電力変動を吸収する方途の開発が必須となる。

【0011】

ここで、発電量と電力消費量のバランスを取る手法としては、発電機の負荷調整と2次電池の使用とにより吸収する方法が提案されているが、工場の副生ガスを燃料に用いた発電では、副生ガス発生工場側での変動を考慮しなければならず、また、発電効率を高く維持するためには上記のように発電機の負荷を高く維持する必要があることなどから、現実的には2次電池に頼ることになる。しかし、これらの変動の吸収を全て2次電池で賄おうとすると、極めて大きな容量の2次電池が必要となるため、設置スペースやコスト的にみて現実的でない。例えば、図4に示すように、昼夜間で100MWの需給差があるケースでは、変動を吸収するために100MW（8時間放電基準）の2次電池が必要になり、このような大容量の2次電池は实际的ではない。

【0012】

そこで、この発明は、工場の副生ガスを用いて高効率発電を行う際に問題となる、工場側に起因した電力の負荷変動を吸収し、工場外部への電力供給パターンを外部の電力需要パターンに合致させる方途について提案することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明の要旨構成は、次の通りである。

(1) 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する副生ガスを、燃料の発熱量や組成および、運転負荷の制約が大きい発電設備の主燃料として用いて発電し、発電設備の主燃料に用いる副生ガスよりも高い発熱量を有するガス燃料を用いて、発電用燃料の総熱量と発熱量を目標値として、増熱するとともに、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量を有する希釈ガスをを用いて、発電用燃料の発熱量や組成を希釈して目標範囲内に調整して発電量を制御することを特徴とする副生ガスを用いた発電方法。

【0014】

(2) ガスタービン・蒸気複合発電機及び／又は燃料電池・蒸気複合発電機を用いて発電を行なうことを特徴とする上記(1)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0015】

(3) 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する、副生ガスを用いて発電を行い、得られた電力の余剰分を該工場の外部へ供給するに当たり、少なくとも2基の2次電池を充電および放電に切り換えて交互使用することによって、副生ガス発生量および工場内需要電力量の変化に起因した、外部への供給電力の短期変動を吸収すると共に、外部の電力需要パターンに対して、外部への供給電力量が不足する場合は燃料ガスを添加して発電量を増加することを特徴とする副生ガスを用いた発電方法。

【0016】

(4) 外部の電力需要パターンに対して外部への供給電力量が過剰の場合は、その過剰電力を貯蔵可能エネルギーに変換することを特徴とする上記(3)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0017】

(5) 過剰電力にて水の電気分解を行って、過剰電力を水素および酸素として貯蔵することを特徴とする上記(4)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0018】

(6) 水素ガスをメタノールまたはジメチルエーテルに転換して貯蔵することを特徴とする上記(5)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0019】

(7) 増熱用燃料として、天然ガス、コークス炉ガスまたは石油精製時のオフガスを使用し、希釈用ガスとして、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量の副生ガス燃料、主燃料ガスと混合希釈後の燃料ガスが可燃限界よりも低濃度の酸素を含むガス燃料、燃焼排ガスおよび工場での余剰 N_2 ガスのいずれか1種または2種以上を用いることを特徴とする上記(1)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0020】

(8) 増熱用燃料として、上記(6)に記載のエネルギーをリサイクル燃料として用いることを特徴とする上記(7)に記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0021】

(9) 運転中の発電機が停止した場合に予備発電機の代替運転を行うに際し、該予備発電機が立ち上がるまでの間の供給電力の不足分を2次電池にてバックアップすることを特徴とする上記(3)ないし(8)のいずれかに記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0022】

(10) 副生ガスとして、高炉ガス、転炉ガスまたはコークス炉ガスを用いることを特徴とする上記(1)ないし(9)のいずれかに記載の副生ガスを用いた発電方法。

【0023】

(11) 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する副生ガスを、ガスタービン・蒸気複合発電機及び／又は燃料電池・蒸気複合発電機の主燃料として用いる発電設備と、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも高い発熱量を有するガス燃料を用いて、発電用燃料の総熱量又は発熱量を目標値に増熱するとともに、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量を有する希釈ガスを用いて発電用燃料の発熱量や組成を希釈して目標範囲内の総熱量又は発熱量に調整して、

前記発電設備に発電用燃料を供給する総熱量又は発熱量調整装置とから成ることを特徴とする副生ガスを用いた発電設備。

【0024】

(12) 発電された電力の供給系統において、少なくとも2基の2次電池を充電及び放電の交互切り換え可能に接続して成ることを特徴とする上記(11)に記載の発電設備。

【0025】

(13) 発電された電力の供給系統において、水を電気分解する設備を接続して成ることを特徴とする上記(12)に記載の発電設備。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明の方法について、図5を参照して詳しく説明する。

さて、図5に、副生ガスを用いた発電における余剰電力量の推移を二点鎖線dで示すように、余剰電力量は発電量から工場内需要電力量を差し引いたものであり、上述したように、副生ガスの発生量の変化や工場内需要電力量の変化に起因した、短期変動(図において二点鎖線の振幅として表す)を生じることは不可避である。この短期変動は、例えば製鉄所などでは $\pm(100\sim 150)$ MW/min程度あり、まず、この短期変動を吸収することが、外部への電力を適正供給する上で極めて重要である。

【0027】

そこで、この発明では、少なくとも2基の2次電池を充電および放電に切り換えて交互使用することによって、短期変動を吸収することとした。すなわち、短期変動を吸収する際の基本型を図6(a)に示すように、少なくとも2基の2次電池を充電用A並びに放電用Bとして用意し、図6(b)に示す短期変動における正の変動分Aは充電用2次電池Aに充電を行うことによって吸収し、一方負の変動分Bは(充電済の)放電用2次電池Bから電力供給を得ることによって吸収する。かくして短期変動が吸収されることによって、図5に点線で示す、短期変動を平準化した供給電力パターン(以下、平準化供給電力パターンと示す)Dが得られる。

【0028】

ここで、2次電池の切替のタイミングには、一定時間毎に切替を行う方法と電池の充放電状態に基づき切替える方法との2通りが考えられる。

すなわち、一定時間毎に切替えを行う方法は、変動の振幅や周期が予め解っていれば、変動の中央値を狙って発電負荷を調整することにより、充電する電力量と放電する電力量とのバランスを平滑化することができる。しかし、現実には、変動が予測できないため、放電と充電とのバランスは取れないことが多い。このため、一定時間による切替方法では、時間内で放電しきってしまったたり、100%充電状態にならないように、切替時間を短く設定せざる得なくなり、電池寿命が短くなるため、望ましい方法ではない。したがって、現実的には、次の二条件のいずれかに達した時点で行うことが好ましい。

(i) 充電中の電池の充電状態が100%または予め設定した上限値に達した時点で、充電側から待機状態に切替え、同時に充電状態で待機している電池を放電側に切替える。

(ii) 放電中の電池の充電状態が0%または予め設定した下限値に達した時点で、放電側から充電側に切替え、同時に充電状態で待機している電池を放電側に切替える。

なお、この後者の方法には、一定時間毎の切替えをベースとして、上記の(i)と(ii)の条件での切替を割り込ませて行う場合を含むものとする。

【0029】

次に、得られた平準化供給電力パターンDのままで、外部の電力需要パターンに合致していないことから、電力として販売することが難しいため、外部の電力需要パターンに対応する供給電力パターンを与えることが肝要である。すなわち、昼間の電力消費量に対して夜間の電力消費量が少ないのは勿論、地域や季節によっても消費電力が様々に変化するため、これらを総合した外部の電力需要パターンに応じた電力を外部に供給しない限り、電力会社からの購入は元より、その他の電力購入需要を喚起することは難しい。

【0030】

従って、図5に実線で示す外部の電力需要パターンPに対して平準化供給電力

パターンDにおける供給電力量が不足する場合、例えば図5に示すように昼間の時間帯における不足分の斜線領域に応じて、燃料ガスの添加にて発電量を増加し、昼間の電力需要パターンPに対応する供給電力パターンを与える。一方、供給電力が過剰の場合、例えば図5に示すように夜間の時間帯における過剰分の横線領域Yに応じて、その過剰電力を貯蔵可能エネルギーに変換することによって、夜間の電力需要パターンPに対応する供給電力パターンを与える。その結果、外部の電力需要パターンに対する外部への供給電力パターンの変動を吸収することになる。

【0031】

ここで、過剰電力を貯蔵可能エネルギーに変換するには、水の電気分解法を利用して、水素および酸素としてエネルギー貯蔵することが好ましい。この手法は、上記した2次電池の容量を電力変動分が越える場合の変動吸収にも有効である。

すなわち、水の電気分解法は、たとえ価値の低い電力でも、有効に水素ガスと酸素ガスに転換することができる。水素ガスおよび酸素ガスは、保存可能なエネルギーであるとともに、産業用ガスとしてその利用価値は極めて高い。例えば、製鉄所では、これらのガスを別の手段で発生させて使用しているが、この方法を使えば価値の低い変動分の余剰電力を有効に使うことが可能となる。特に、水素ガスは、将来、クリーンな自動車用燃料としての需要が期待できることから、電力変動吸収の仕組みとしては、上記の2次電池の使用に併せて水の電気分解法による水素発生を組み合わせることが最も望ましい。ちなみに、水の電気分解法には、固体高分子電解質水電解型などの効率の良い方法を用いるのがよい。

【0032】

2次電池と電気分解法とを組み合わせた方法は、余剰電力の変動が著しく多い場合でも、小容量の2次電池を2基以上組み合わせることにより、電気分解法に供給する電力を平準化することが可能である。例えば、5Mw/基×2基の2次電池を使い、その1基当たりの蓄電能力の2.5Mw分を短周期の変動吸収用に用い、残りの2.5Mw分を切替式の蓄電装置として運用し、これを4分毎に交互に送電側と充電側に切替えて用いれば、変動余剰電力を50Mwの平準化した電力として安定的に水の

電気分解装置へ供給することができる。

【0033】

なお、それぞれの設備容量は電力の需給バランス {短周期の変動量、長周期の変動量及び変動余剰電力（特に夜間に発生する）の実績値など} に基づいて、投資時点での経済性を考慮して、その最適な容量を決めればよい。

【0034】

また、以上の発電運転中に発電機が停止した場合には、予備発電機の代替運転を行うが、その際、予備発電機が立ち上がるまでの間の供給電力の不足分を2次電池にてバックアップする必要がある。すなわち、図7に示すように、主発電機が停止した際に、予備の発電機にて定常発電を行うまでには、斜線域で示す不足電力が生じるのは不可避であることから、上記した発電量の短期変動を2次電池にて吸収すると共に、この不足電力を2次電池からの電力で補充する必要がある。

【0035】

ここに、短期変動を吸収すること並びに上記不足電力を確保するという、両方の条件を満たす最適な2次電池容量は、例えば短期変動幅が300MWであり、発電量が215MWの主発電機が停止して1分間で0MWになり、そのバックアップのために予備発電機を85MWから215MWへ負荷上昇（20分間で実施）する場合を考えると、以下のとおりである。なお、2次電池の充放電効率は80%、電池の余裕率は20%である。

[短期変動の吸収用として必要な2次電池容量]

- ・電池放電電力：20.9MWh
- ・電池充電電力：26.1MWh ($=20.9/0.8$)
- ・電池定格出力（8時間放電基準）： $20.9\text{MWh}/8\text{h}=2.6\text{Mw}$
- ・電池容量（充電および放電を切替えて使用するため）： $2.6\text{Mw}/\text{基} \times 2\text{基}=5.2\text{Mw}$

w

[主発電機のバックアップ時]

- ・電池放電電力： $(215-85)\text{MW} \times (20/60)\text{h}/0.8=54.2\text{MWh}$
- ・電池充電電力： $54.2\text{MWh}/0.8=67.7\text{MWh}$

- ・ 電池定格出力（8時間放電基準）： $54.2\text{MWh}/8\text{h}=6.8\text{MW}$
- ・ 電池容量：6.8MW

【0036】

短期変動吸収の目的では、 5.2MW （ $=2.6\text{MW}/\text{基} \times 2\text{基}$ ）、主発電機バックアップの目的では6.8MWの合計12MW（8時間放電基準）電池容量が必要になる。ただし、このケースでは、12MWの容量のうちの6.8MWは常に充電された状態にしておく必要がある。

【0037】

ここで、2次電池の個数と1個あたりの容量をどのように決定するかは、図8～10に示す3つのタイプが考えられる。

すなわち、図8に示すタイプ1は、2つの2次電池で短期変動吸収とバックアップの機能を持たせたものであり、充放電のサイクルは同図（b）に示すとおりである。次に、図9に示すタイプ2は、短期変動吸収の機能とバックアップの機能とを分離したものであり、充放電のサイクルは同図（b）に示すとおりである。そして、図10に示すタイプ3は、充放電の切替回数を最も少なくしたものであり、充放電のサイクルは同図（b）に示すとおりである。

2次電池の寿命は充放電回数に依存し、タイプ3の充放電の切替回数はタイプ1や2と比較して、1/2にできることから、タイプ3は電池寿命を最も長くでき、最も有利な方法といえる。

【0038】

電池の個数と容量は、以下のように決定することが最も望ましい。

- ① 2次電池の必要個数 n = 必要な全電池容量 / 短期変動吸収のために必重な容量
- ② 得られた n の少数点以下を切り捨てたものを電池個数（ユニット数）とする。
- ③ 電池容量 = 必要な全電池容量 / ②で得られた電池個数（ユニット数）とする。

【0039】

また、2次電池の運転方法で重要なことは切替のタイミングと、2次電池の総充電量による発電機の負荷変更方法である。このうち、2次電池の切替のタイミングは、上述のとおりであり、残る発電機の負荷変更との連携は、次のとおりである。

(i) 電池総容量に対する総充電量が100%または予め設定した上限値に達した時点で、発電機の負荷を下げる。

(ii) 電池総容量に対する総充電量が主発電機停止時のバックアップに必要な容量または予め設定した下限値に達した時点で、発電機の負荷を上げる。

現実の運転では、(i)と(ii)の範囲を何段階に分けた制限値を持たせることにより、発電機に対して穏やかな負荷変更を実施することになる。ちなみに、本例では、2次電池による発電機の負荷吸収量は、短期変動吸収に必要な電池容量1個分(短期変動吸収に必要な全電池容量の $1/2$)と考えると、30分間では、 $2.6\text{MW} \times 8\text{h} / 0.5\text{h} = 41.6\text{MW}$ であり、200MW発電機における負荷変動幅の20%に相当する。

なお、主発電機停止時は全電池を放電側に切替えることにより、バックアップ発電機の負荷が上昇するまでの不足電力を補う。

【0040】

以上のように、この発明では、高効率ではあるが、発電機の燃料に制約の多いガスタービン・蒸気複合発電や、近年提案されている燃料電池・蒸気複合発電などに発生量、発熱量ともに変動の大きな工場副生ガスを発電用の燃料としてほぼその全量を適用することができる。その際、燃料ガスの発熱量と総熱量を目標範囲に調整することが肝要であり、そのためには、ガスタービン・蒸気複合発電に供する燃料に副生ガスを適用するに当たり、副生ガスの主に発生量に起因した燃料の変動を吸収する必要がある、燃料電池・蒸気複合発電の場合は、燃料ガス組成変動を吸収し、目標範囲内に調整する必要がある。

【0041】

まず、燃料の変動を吸収するためには、表1で示したようなケースに対応することが必要になる。これにはベースとなる発電燃料ガスの発熱量よりも高い発熱量の増熱用燃料ガスと低い発熱量の減熱用希釈ガスを用いることにより、燃料ガスの発熱量(発電機運転の制約条件のため)と総熱量(発電機の運転負荷維持のため)を目標範囲に調整することができる。

【0042】

【表 1】

| | | 総発熱量 | | |
|-------------|------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | 低い | 目標範囲 | 高い |
| 発 熱 量 | 低い | 高発熱量ガス 又は燃料添加 | 高発熱量ガス添加 ＋余剰発電 | 高発熱量ガス添加 ＋余剰発電 |
| | 目標範囲 | 高発熱量ガス 又は燃料添加 | OK | 余剰発電 |
| | 高い | 高発熱量ガス 又は燃料添加 ＋（希釈ガス） | 希釈ガス添加 | 希釈ガス添加 ＋余剰発電 |

【0043】

例えば、増熱量の制御は以下のように行う。

Q増熱：増熱ガス総熱量(MJ/h)、Q₀：調整前の供給ガス総熱量(MJ/h)、

Q希釈：希釈ガス総熱量(MJ/h)、Q目標：調整後の総熱量目標値(MJ/h)

H増熱：増熱ガス発熱量(MJ/Nm³)、H₀：調整前の供給ガス発熱量(MJ/Nm³)

H希釈：希釈ガス発熱量(MJ/Nm³)、H目標：調整後の発熱量目標値(MJ/Nm³)、

H下限：調整後の発熱量下限(MJ/Nm³)、H上限：調整後の発熱量上限(MJ/Nm³)

∇増熱：増熱ガス流量(Nm³/h)、V₀：調整前の供給ガス流量(MJ/Nm³)、

∇希釈：希釈ガス流量(Nm³/h)

とすると、

$$Q_{\text{増熱}} = H_{\text{増熱}} \times \nabla \text{増熱}$$

$$Q_0 = H_0 \times V_0$$

$$Q_{\text{希釈}} = H_{\text{希釈}} \times \nabla \text{希釈}$$

$$H_{\text{希釈}} < H_0 < H_{\text{増熱}}$$

$$Q_{\text{目標}} = Q_{\text{増熱}} + Q_0 + Q_{\text{希釈}}$$

$$H_{\text{下限}} \leq H_{\text{目標}} = (Q_{\text{増熱}} + Q_0 + Q_{\text{希釈}}) / (\nabla \text{増熱} + V_0 + \nabla \text{希釈}) \leq H_{\text{上限}}$$

Q希釈=0の場合(N₂などの不活性ガスや燃焼排ガスを使用した場合)、

$$Q_{\text{増熱}} = \nabla \text{増熱} \times H_{\text{増熱}} = Q_{\text{目標}} - Q_0$$

$$\nabla \text{増熱} = (Q_{\text{目標}} - Q_0) / H_{\text{増熱}}$$

$$V_{\text{希釈}} = [(Q_{\text{増熱}} + Q_0) - H_{\text{目標}} \times (V_{\text{増熱}} + V_0)] / H_{\text{目標}}$$

$Q_0 > Q_{\text{目標}}$ とならないように、発電機の容量を選定する。短時間の変動で
 $Q_0 > Q_{\text{目標}}$ となった場合にはガスホルダーなどを用いて吸収する。

【0044】

増熱用ガスとして、具体的にはLNG（液化天然ガス）、コークス炉ガスなどを用い、希釈用ガスには発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量の副生ガス燃料、または主燃料ガスと混合希釈後の燃料ガスが可燃限界よりも低濃度の酸素を含むガスまたは N_2 などの不活性ガス（工場内の余剰ガス）や燃焼排ガスなどを用いる。

【0045】

なお、工場内で発熱量の異なる複数の副生ガス（例えば、製鉄所における高炉ガスやコークス炉ガスなど）がある場合には、燃料ガスバランスを調整して（例えば、高発熱量のガスを使用可能な設備で多く使うなどの方法にて）、低発熱量のガスを捻出し、希釈用ガスとして使用しても良い。

【0046】

【実施例】

この発明の方法を製鉄所に適用した場合の例を、図11に示す。すなわち、図11に示す例は、発電設備Aとして、蒸気ボイラー1およびガスタービン2によって、それぞれ発電機2を駆動して複合発電を行うものであり、その発電機は220MW/基×2基であり、発電に用いたベースの燃料ガス（副生ガス）の発熱量は、3980kJ/Nm³、総熱量は2760GJ/hである。

【0047】

また、総熱量又は発熱量調整装置Bとして、燃料の変動を吸収する方法は、増熱用燃料ガスにはLNG（液化天然ガス）を用い、希釈用ガスには酸素プラントからの廃窒素ガスを用いた。LNGのホルダー容量は4万Nm³/基×3基であり、窒素ガスの使用量は最大5万Nm³/hである。

【0048】

さらに、電力の変動を吸収するシステムには、2基の2次電池を用いた、図8に示したタイプを用いた。その容量は5MW/基×2基、水の電気分解装置は総能力50

MW（水素発生能力 11 千Nm³/h、酸素発生能力 5.5 千Nm³/h）である。

【0049】

かくして、変動余剰電力が、図 2 に示すように大きく変動していたものが、この発明の方法の適用によって、昼間 160MW、夜間 60MW の電力を安定して供給することができるような電力供給が実現した。なお、燃料の変動吸収のために使用した LNG は発電機の燃料として供給した副生ガス総熱量の約 5.8% にあたる 160GJ/h であったが、この増熱用燃料も有効に発電に寄与することから、トータルとしては発電効率が従来の 38.7% から 46% に向上した分、約 20% の省エネルギーを図ることができる。

【0050】

なお、燃料の変動吸収制御で吸収できずに残った変動電力（逆送電力）は平均 32.9MW を発生するが、これを電気分解によって、水素ガスと酸素ガスとして回収したところ、8000Nm³/h の水素ガスと、4000Nm³/h の酸素ガスが得られた。

この水素ガスはナフサ改質によって得られる水素ガスよりも、15～30% 安価に製造でき、また、極めて高純度であることから、将来の水素ガス自動車燃料として、そのまま使用できるとともに、メタノールやジメチルエーテルの原料として使用できるなど、環境にやさしいクリーンなエネルギーが得られる効果もある。また、酸素ガスは製鋼用としてそのまま利用できる。

【0051】

なお、図 11 で示したガスタービン・蒸気複合発電機にかえて、燃料電池・蒸気複合発電機を利用する場合は、発電設備 A が図 12 に示すようになる。

すなわち、燃料電池に供給する副生ガスは、必要に応じ、脱硫処理を経て燃料電池内に供給され、燃料電池内に配置された燃料改質機構により、水素と一酸化炭素に改質され、燃料電池に供給される空気中の酸素と反応し、電気と高温排ガスを発生させる。図中、空気圧縮機は、燃料電池に供給する空気を加圧する空気圧縮機であり、加圧供給することにより、燃料電池の効率を高める一方、高温高圧排ガスを利用してガスタービンでさらに発電し、このガスタービン排気の排熱を回収して利用する蒸気ボイラーを利用し、発電機で更に電力を得る例である。

【0052】

【発明の効果】

この発明によれば、工場の副生ガスを用いて高効率発電を行う際に問題となる、工場側に起因した電力の負荷変動を吸収し、工場外部への電力供給パターンを外部の電力需要パターンに合致させることができるため、副生ガスを用いた発電における、余剰電力の外部への供給が初めて実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来の発電手法を示す図である。

【図 2】 従来の発電手法における余剰電力の発生推移を示す図である。

【図 3】 ガスタービン・蒸気複合発電機における運転負荷と発電効率との関係を示す図である。

【図 4】 通常の 2 次電池の作用を示す図である。

【図 5】 この発明に従って供給電力量の変動を吸収する手順を示す図である。

【図 6】 2 次電池による過剰電力の吸収要領を説明する図である。

【図 7】 予備発電機にてバックアップする際の不足電力を示す図である。

【図 8】 2 次電池の使用形態を説明する図である。

【図 9】 2 次電池の使用形態を説明する図である。

【図 10】 2 次電池の使用形態を説明する図である。

【図 11】 この発明を製鉄所に適用した際のシステム構成を示す図である。

【図 12】 この発明を製鉄所に適用した際のシステム構成を示す図である。

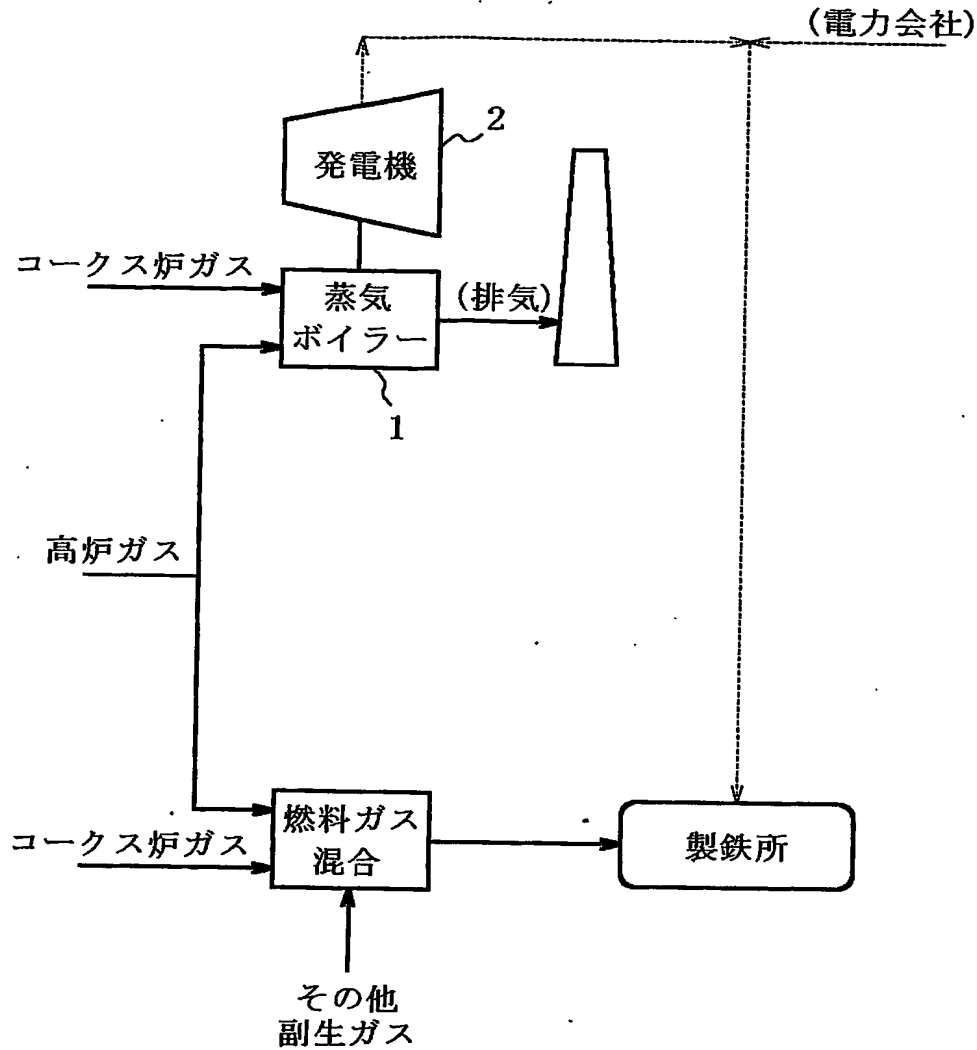
【符号の説明】

- 1 蒸気ボイラー
- 2 発電機
- 3 ガスタービン

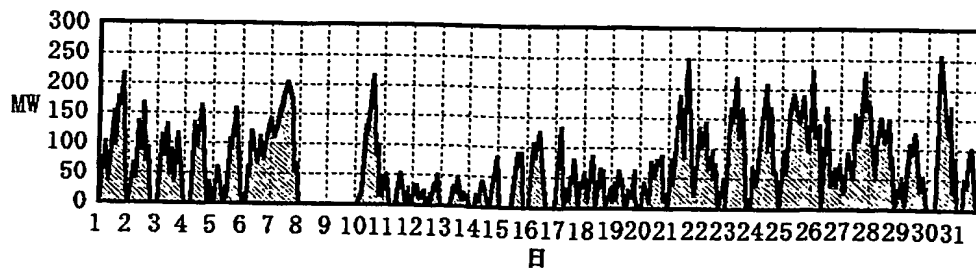
【書類名】

図面

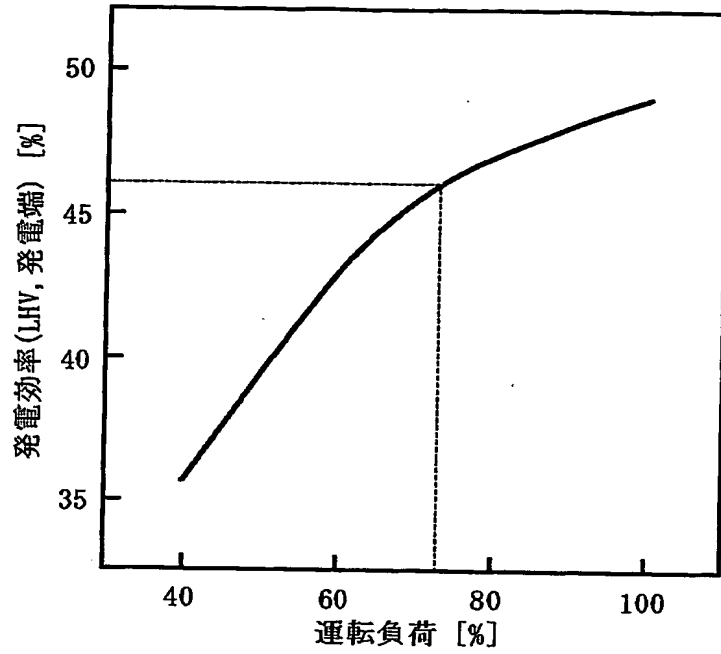
【図 1】



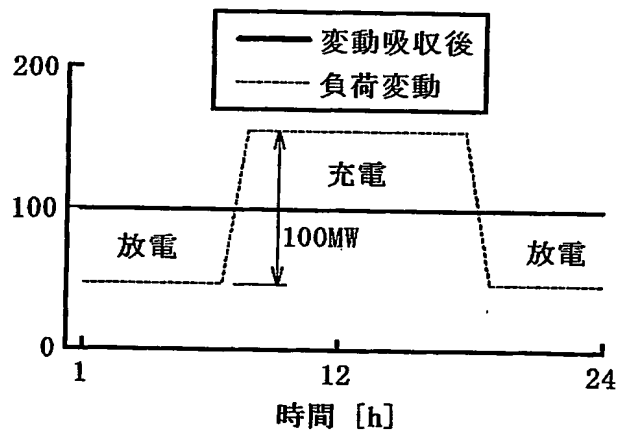
【図 2】



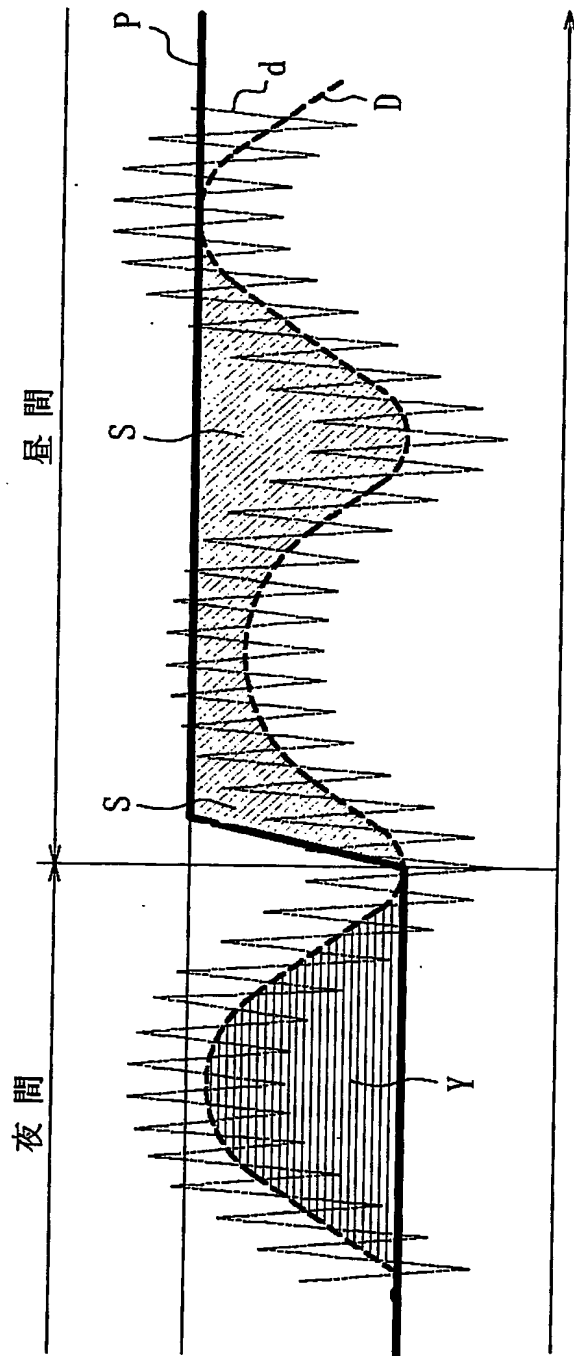
【図 3】



【図 4】

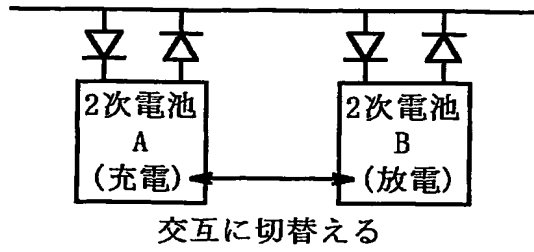


【図5】

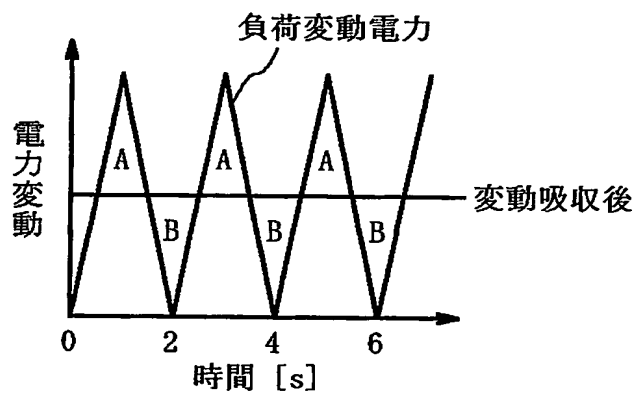


【図 6】

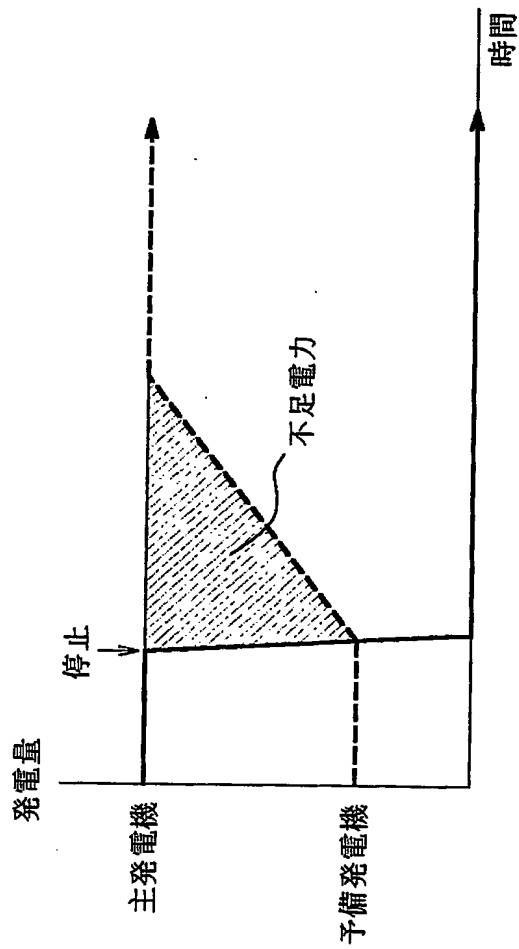
(a)



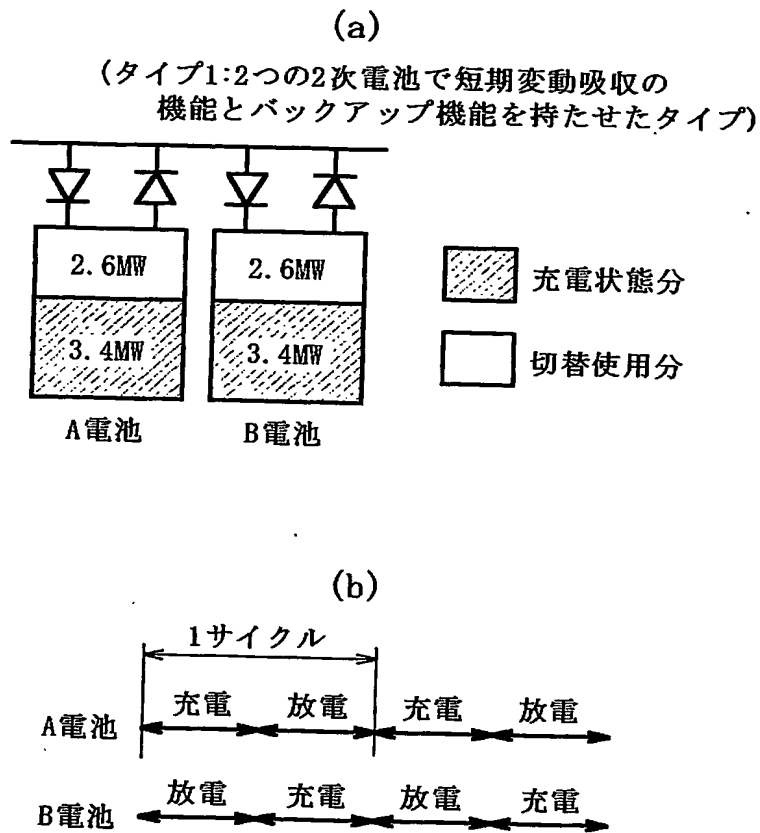
(b)



【図 7】



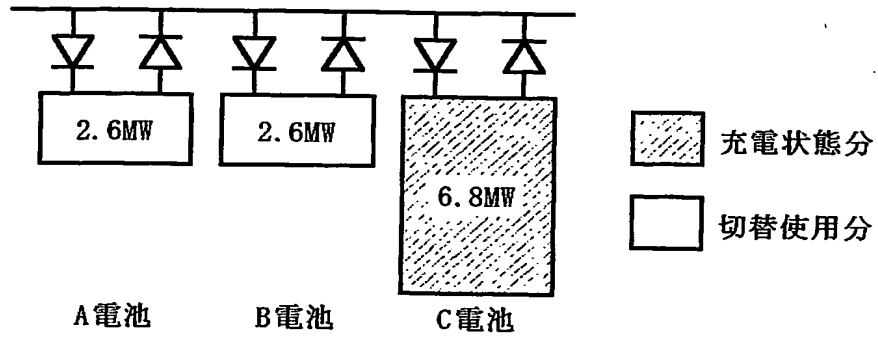
【図 8】



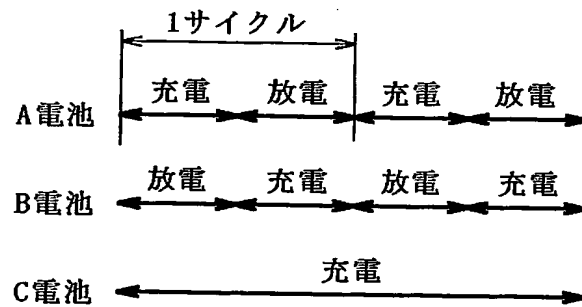
【図 9】

(a)

(タイプ2: 短期変動吸収の機能とバックアップ機能を分離させたタイプ)



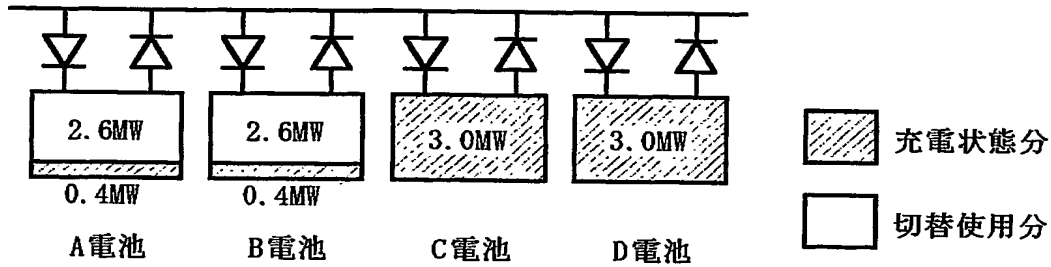
(b)



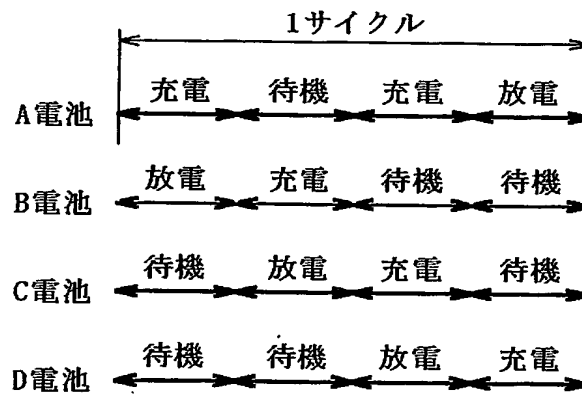
【図10】

(a)

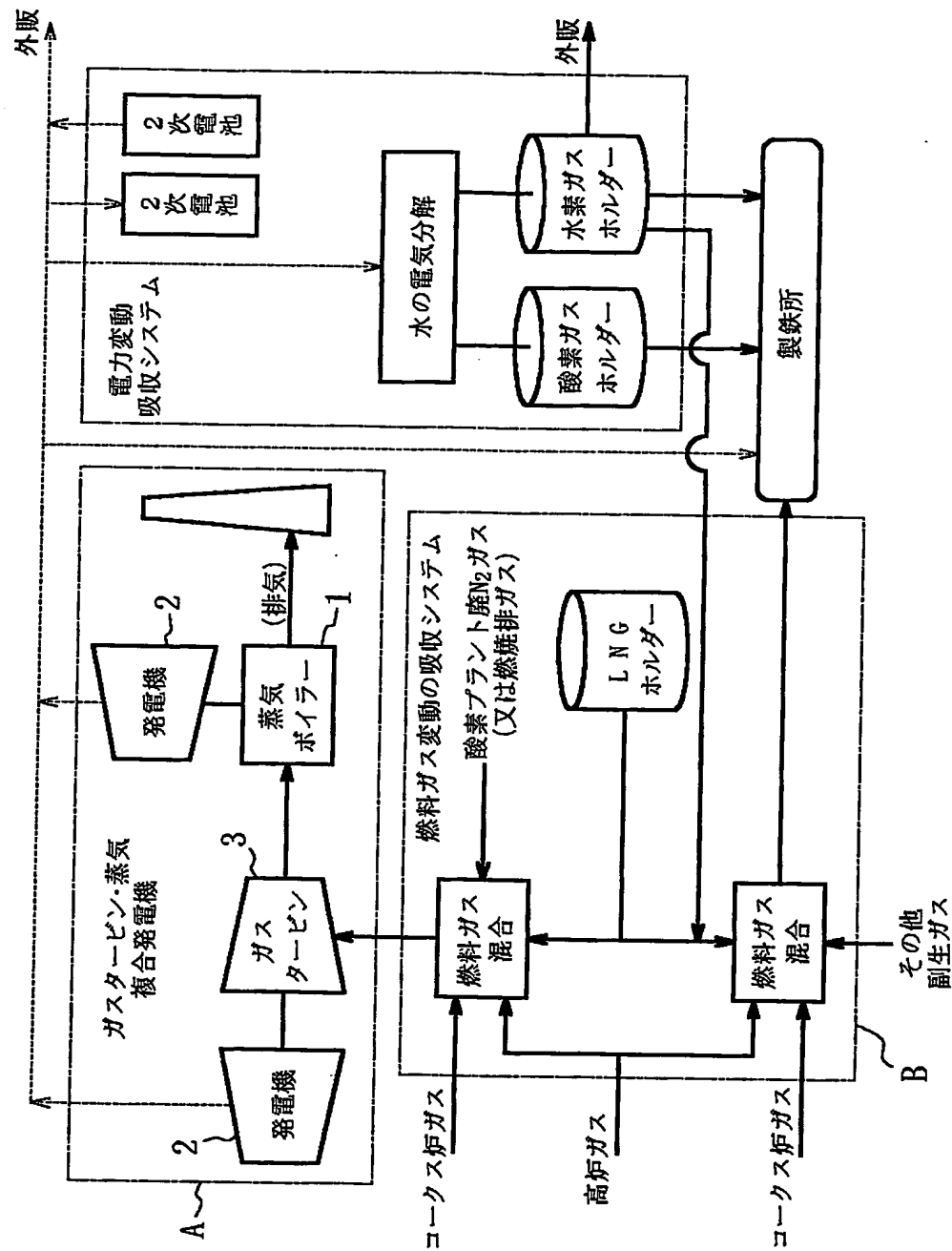
(タイプ3: 充放電の切替回数を最も少なくしたタイプ)



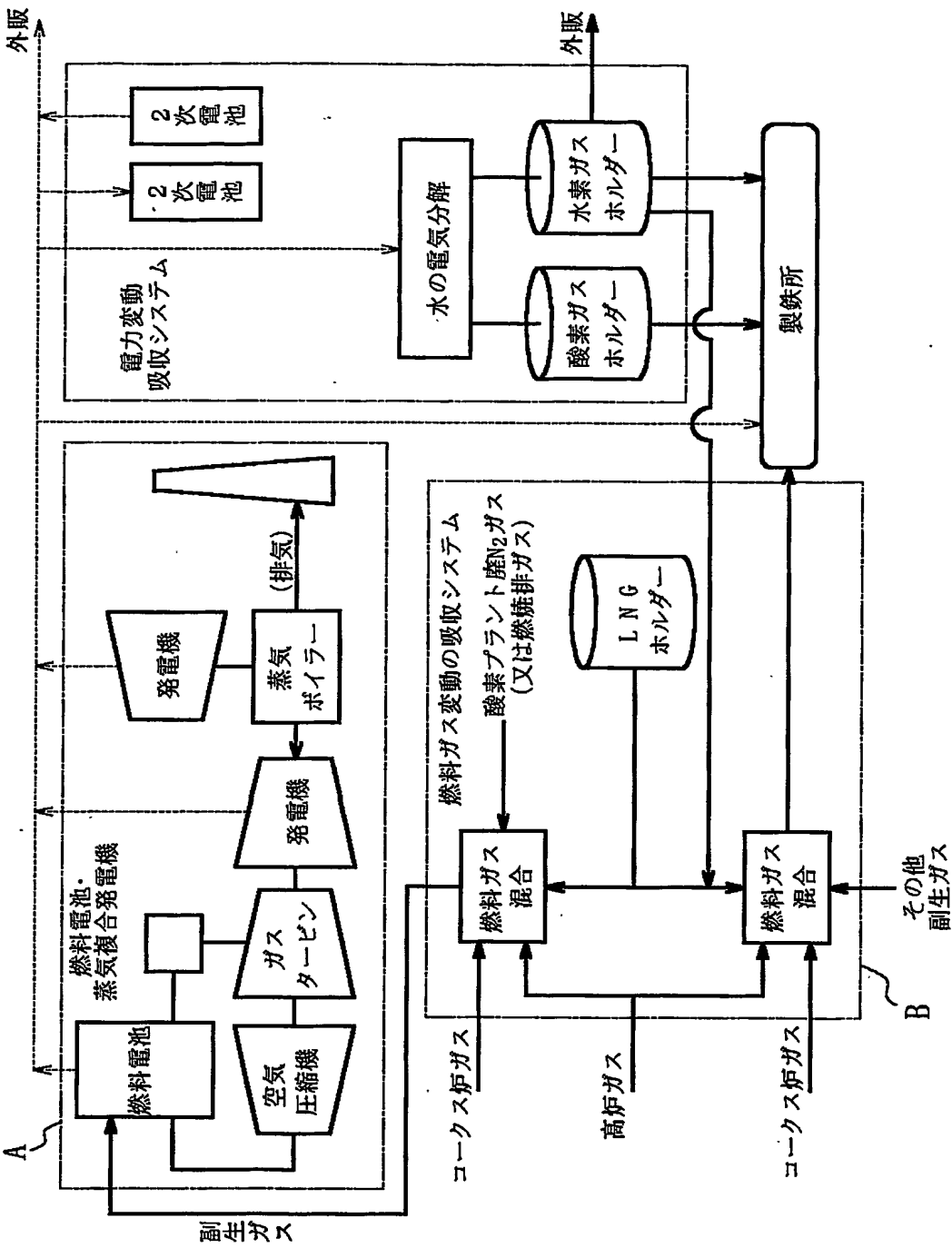
(b)



【図 11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 工場の副生ガスを用いて高効率発電を行う際に問題となる、工場側に起因した電力の負荷変動を吸収し、工場外部への電力供給パターンを外部の電力需要パターンに合致させる方途について提案する。

【解決手段】 各種の産業活動に伴って工場内で副次的に発生する副生ガスを、燃料の発熱量や組成および、運転負荷の制約が大きい発電設備の主燃料として用いて発電し、発電設備の主燃料に用いる副生ガスよりも高い発熱量を有するガス燃料を用いて、発電用燃料の総熱量と発熱量を目標値に増熱するとともに、発電機の主燃料に用いる副生ガスよりも低い発熱量を有する希釈ガスを用いて発電用燃料の発熱量や組成を希釈して目標範囲内に調整して発電量を制御する。

【選択図】 なし

特願 2002-186285

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001258]

1. 変更年月日

1990年 8月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

氏 名

川崎製鉄株式会社

2. 変更年月日

2003年 4月 1日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

氏 名

JFEスチール株式会社